

# PERENCANAAN DESAIN DRAINASE BERBASIS DATA PENGINDERAAN JAUH PADA TAMBANG TERBUKA PT. SDIC PAPUA CEMENT KABUPATEN MANOKWARI

Aldi Fariz Valderama<sup>1)</sup>, Sudaryatno<sup>2)</sup>, Taufik Hery Purwanto<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Magister Penginderaan Jauh, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada

<sup>2)3)</sup>Departemen Sains Informasi Geografi, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada

<sup>1)2)3)</sup>Jl. Bulaksumur, Yogyakarta 55281

Email: valderrama.alddy@gmail.com

## Abstract

*Mining is an activity that is done to take materials that have economic value, mining activities are activities that change the land and change the shape of the topography. This change in shape can have a significant impact on surface runoff (Run Off) changes. The calculation of runoff coefficients uses The Hassing Method by utilizing remote sensing data and using rational methods to calculate surface runoff discharge. The purpose of this research is to know the good drainage design at mining sites PT. SDIC Papua Cement by using remote sensing data and Geographic Information System (SIG). The remote sensing data used is PlanetScope imagery and DEM data from AlosPalsar imagery. The accuracy test result obtained by PlanetScope imagery has an accuracy rate of 90.9%. Based on the data of the highest rainfall at the location of 189.6 mm. The result of runoff coefficient using The Hassing Method in the rain catchment area 1 (DTH 1) obtained a result of 0.51. With the discharge of surface runoff using Rational Method obtained the result of 0.3 m<sup>3</sup>/second. The result of the calculation of drainage design with the basic width of drainage (b) of 0.39 meters, the surface height of the channel base (y) of 0.47 meters, total drainage height (Tt) of 0.88 meters, the width of water surface (Ta) obtained results of 1.35 meters and width of drainage channels (Ts) is 1.72 meters.*

**Keywords:** Runoff Coefficient, Rational Method, Drainage Design, Hassing

## Abstrak

Penambangan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengambil material yang memiliki nilai ekonomis, kegiatan penambangan pada dasarnya merupakan kegiatan yang mengubah lahan dan mengubah bentuk topografi. Perubahan bentuk ini dapat berdampak pada perubahan limpasan permukaan (Run Off) secara signifikan. Perhitungan koefisien limpasan menggunakan Metode *Hassing* dengan memanfaatkan data penginderaan jauh dan menggunakan metode rasional untuk menghitung debit limpasan permukaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui desain drainase yang baik pada lokasi penambangan PT. SDIC Papua Cement dengan menggunakan data penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Data penginderaan jauh yang digunakan adalah citra PlanetScope dan data DEM dari citra AlosPalsar. Hasil uji akurasi didapatkan citra PlanetScope memiliki tingkat akurasi sebesar 90,9%. Berdasarkan data curah hujan tertinggi pada lokasi sebesar 189,6 mm didapatkan hasil koefisien limpasan dengan menggunakan Metode *Hassing* pada Daerah Tangkapan Hujan 1 (DTH 1) didapatkan hasil sebesar 0,51 dan dengan debit limpasan permukaan (Run off) dengan menggunakan Metode Rasional didapatkan hasil sebesar 0,3 m<sup>3</sup>/detik dan Hasil dari perhitungan desain drainase telah dapat didesain di mana lebar dasar drainase (b) sebesar 0,39 meter, tinggi permukaan dari dasar saluran (y) sebesar 0,47 meter, tinggi total drainase (Tt) sebesar 0,88 meter, lebar atas permukaan air (Ta) didapatkan hasil sebesar 1,35 meter dan lebar atas saluran drainase (Ts) didapatkan hasil sebesar 1,72 meter.

**Kata Kunci:** Koefisien Limpasan, Metode Rasional, Desain Drainase, Hassing

## PENDAHULUAN

Air limpasan permukaan adalah fenomena alam yang terjadi saat hujan yang jatuh ke bumi tidak dapat terserap lagi oleh tanah, tinggi atau rendahnya debit limpasan dapat dipengaruhi oleh keadaan lahan,

pada daerah dengan lahan dengan tutupan vegetasi tinggi umumnya akan memiliki debit limpasan yang tidak terlalu tinggi disebabkan oleh air hujan yang jatuh tidak langsung menjadi air limpasan, berbeda jika daerah tersebut merupakan lahan terbuka dengan

banyak daerah terbangun, maka air hujan yang turun dapat langsung menjadi air limpasan disebabkan sedikitnya tanah yang dapat menyerap air pada daerah terbangun.

Menurut Mc Guen (1989) daerah perkotaan dengan banyak perkerasan seperti beton dan aspal merupakan daerah yang memiliki koefisien limpasan tinggi antara 0,7-0,95, sedangkan daerah halaman dengan tanah berpasir memiliki dan memiliki lereng 0%-5% memiliki koefisien limpasan dari 0,05-0,10. Kemiringan lereng juga menjadi salah satu faktor penting dimana semakin curam lereng akan semakin memperbesar debit limpasan yang akan terjadi.

Pemanfaatan data penginderaan jauh sebagai data primer banyak digunakan dalam penyelesaian suatu permasalahan yang terjadi saat ini. Data penginderaan jauh dapat juga digunakan untuk mengukur estimasi volume air limpasan dengan menggunakan Metode Hasing dan Metode Rasional. Koefisien limpasan yang menggunakan Metode Hasing dapat diolah dengan memanfaatkan data penginderaan jauh, dimana parameter-parameter yang dibutuhkan dalam koefisien limpasan yang digunakan dalam Metode Hasing dapat diekstraksi menggunakan data penginderaan jauh.

Umumnya estimasi limpasan dapat menggunakan Metode Rasional di mana pada metode ini koefisien limpasan yang didapatkan dari Metode Hasing akan dilakukan perhitungan bersamaan dengan luas area tangkapan hujan serta intensitas curah hujan yang terjadi pada daerah tersebut. Metode Rasional yang digunakan untuk mengestimasi limpasan permukaan dapat digambarkan dengan rumus  $Q_{puncak} = 0,278.C.I.A$ .

Pembangunan drainase pada sebuah infrastruktur dapat memiliki dampak yang signifikan, drainase sendiri dibuat agar dapat membantu sebuah infrastruktur untuk mengurangi dampak genangan air atau banjir yang mungkin dapat terjadi. Drainase terbuka yang dibuat pada daerah pertambang merupakan drainase terbuka yang bersifat semi permanen dimana tidak dilakukan perkerasan dan memiliki posisi drainase yang dapat berubah-ubah sesuai dengan kondisi lapangan. Metode desain umumnya membutuhkan debit limpasan puncak ( $Q_{puncak}$ ) sebagai acuan dasar dalam proses desain.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Daerah kajian penelitian merupakan daerah PT. SDIC Papua Cement yang berlokasi di Kampung Maruni, Kelurahan Maruni, Distrik Manokwari Selatan, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat, memiliki batas wilayah sebelah utara Distrik Manokwari Barat dan Distrik Manokwari Utara, sebelah timur Teluk Cendrawasih, sebelah selatan Distrik Tanah Rubuh, dan sebelah barat Distrik Warmare. PT. SDIC Papua Cement merupakan salah satu perusahaan swasta yang memiliki Izin Usaha Pertambangan (IUP) Eksplorasi yang dikeluarkan oleh Bupati Kabupaten Manokwari. Berdasarkan IUP

yang dikeluarkan, PT. SDIC Papua Cement diizinkan untuk mengeksplorasi 1.500 Ha, namun perusahaan ini hanya akan melakukan penambangan batugamping seluas 190,517 Ha.

Lokasi penambangan berada pada satuan fisiografi Punggungan Batugamping yang topografinya dikuasai oleh tiga punggungan sejajar, punggungan membulat, memanjang dan berarah barat laut – tenggara sepanjang 8 km, lebar 1,5 km, bentang alam pada satuan ini berupa perbukitan gamping dengan ketinggian +30 m – +256 m (Pieter dkk. 1983, dalam Ratman dkk, 1990). Kondisi Stratigrafi regional Kabupaten Manokwari meliputi lima Mandala Geologi, yaitu Blok Kemum, Sistem Sesar Sorong/Ransiki, Blok Tamrau, Blok Arfak, dan Cekungan Manokwari. Lokasi rencana tambang berada pada Blok Arfak satuan Batu gamping Maruni (Tmma) yang berumur Miosen awal hingga Miosen Tengah. Litologi pada Formasi Batu gamping Maruni (Tmma) terdiri Biomikrit ganggang-foraminifera dengan sedikit biokalkarenit berbutir halus, mikrit lempungan dan batu napal (P. Kristian, 2020).

### Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan terhadap dua data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data lapangan, yaitu pengumpulan data lapangan berupa penutup dan penggunaan lahan. Data lapangan yang diambil merupakan data olahan dari citra *PlanetScope* hasil dari klasifikasi *maximum likelihood* kemudian dilakukan penentuan titik sampling. Metode sampling yang digunakan adalah metode metode *purposive random sampling* disesuaikan dengan jumlah objek yang dipeloreh. Peralatan yang digunakan adalah *Global Positioning System* (GPS) untuk mengetahui lokasi titik sampling.

Data yang digunakan selain data primer adalah data sekunder, dimana data sekunder merupakan data yang sudah ada dan merupakan data siap pakai. Data sekunder yang digunakan adalah data Peta jenis tanah di mana peta merupakan peta yang diambil dari Badan LITBANG Pertanian Kabupaten Manokwari tahun 2016. Peta batas Wilayah Izin Usaha Penambangan didapatkan dari perusahaan lokasi penelitian. Peta berikutnya adalah peta kemiringan lereng, peta ini diambil dari data DEM citra *Alospalsar* yang kemudian diolah menggunakan GIS untuk didapatkan peta kemiringan lereng. Data DEM yang digunakan menurut hasil penelitian oleh memiliki tingkat akurasi vertikal 80,791 cm (J. Atriyon, dkk. 2018) dan akurasi horisontal sebesar 194,5 cm (Y. Anugerah, dkk). Selain itu diperlukan juga data curah hujan, data curah hujan yang digunakan diambil dari stasiun curah hujan terdekat dari lokasi penelitian, stasiun terdekat adalah stasiun BMKG Rendani.

Data selanjutnya adalah data jalan tambang, data ini diekstrak dari data citra *PlanetScope* yang memiliki resolusi spasial sebesar tiga meter. Data jalan tambang diambil dengan cara dilakukan proses digitasi secara manual sehingga didapatkan lokasi jalan tambang.



Gambar 1 Peta Lokasi Penambangan PT. SDIC Papua Cement

### Analisa Data

Analisis data yang dikerjakan dimulai dari proses pengolahan data untuk perhitungan koefisien limpasan dengan menggunakan metode *Hassing*, dimana pada metode ini diperlukan beberapa variabel, diantaranya adalah variabel koefisien vegetasi, koefisien jenis tanah dan kemiringan lereng, Untuk vegetasi digunakan data citra dari *Planetscope* yang kemudian dilakukan proses klasifikasi *supervised Maximum Likelihood* dengan bantuan perangkat lunak *Envi 5.2*. Untuk kemiringan lereng digunakan data *DEM Alos Palsar* yang kemudian data tersebut diolah dengan bantuan *ArcGIS 10.8* untuk dikelaskan berdasar tingkat kemiringan lerengnya.

Hasil dari masing-masing nilai koefisien kemudian dilakukan perhitungan rerata tertimbang berdasarkan masing-masing variabel. Proses selanjutnya adalah proses pengolahan data curah hujan untuk menjadi nilai Intensitas curah hujan, pada penelitian ini diambil data curah hujan tertinggi yang pernah tercatat pada data curah hujan di Stasiun Curah Hujan Rendani.

Luasan area penambangan diperoleh dari data WIUP lokasi penelitian, peta ini kemudian diolah menggunakan perangkat lunak *ArcGIS 10.8* untuk didapatkan luasan daerah penelitian. Diperlukan proses untuk mengetahui luasan Daerah Tangkapan Hujan (DTH), proses ini menggunakan perangkat lunak *Aquevo Watershed Modelling System WMS 11.0*.

Hasil dari koefisien berdasarkan perhitungan dengan Metode *Hassing* kemudian dilakukan proses perhitungan dengan Metode Rasional untuk mendapatkan debit limpasan maksimal.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel dalam penelitian ini menggunakan data penginderaan jauh, terdapat beberapa data yang akan digunakan untuk menghitung koefisien limpasan berdasarkan Metode *Hassing*. Metode *Hassing* membutuhkan variabel vegetasi, tekstur tanah dan kemiringan lereng. Variabel vegetasi dapat diekstrak menggunakan citra satelit dimana citra yang akan digunakan adalah citra *Planetscope*. Ekstraksi data variabel tekstur tanah digunakan peta jenis tanah yang dikeluarkan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dengan skala 1:50.000. Data kemiringan lereng diekstrak dari data *DEM Alospalsar*.

#### Variabel Nilai C Untuk Vegetasi

Variabel nilai c vegetasi memanfaatkan data citra *PlanetScope* di mana data citra ini diproses dengan metode klasifikasi *Maximum Likelihood*. Untuk mempermudah proses pengerjaan digunakan komposit citra 4,3,2 (*False colour*) di mana band 4 merupakan band inframerah, band 3 adalah band merah dan band 2 adalah band hijau. Penggunaan komposit ini dimaksudkan agar mempermudah proses klasifikasi penutup dan penggunaan lahan saat

dilakukan plot training untuk metode klasifikasi *Maximum Likelihood*.

Komposit flase colour akan sangat membantu dalam membedakan antara vegetasi kerapatan tinggi (hutan), padang rumput dan tanpa tanaman. Pada lokasi penelitian tidak terdapat lahan pertanian, lahan

terbuka, gedung serta jalan masuk pada kategori tanpa tanaman.

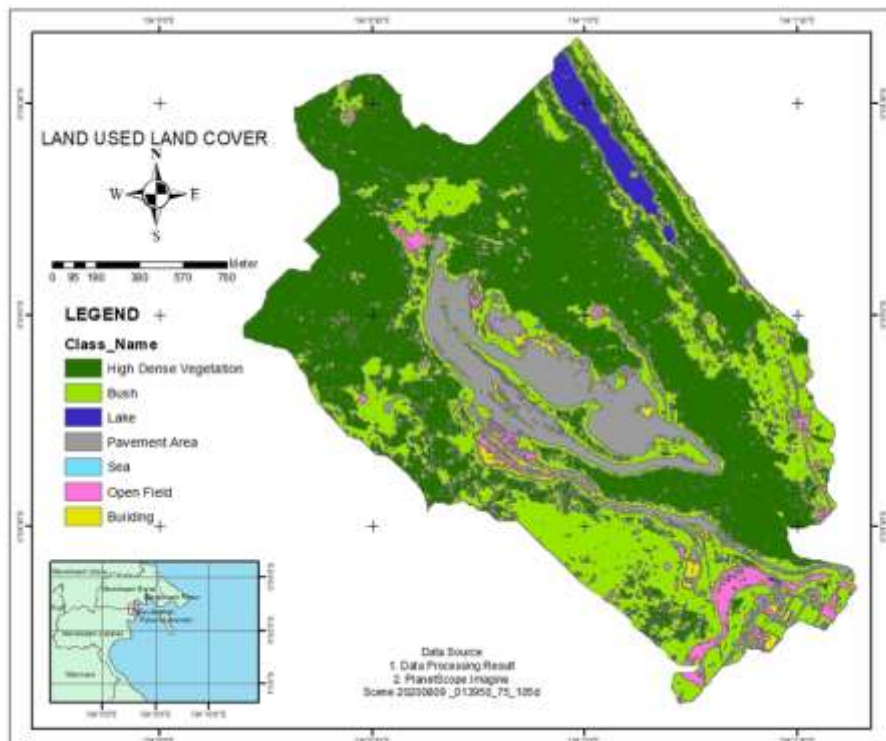
Hasil dari klasifikasi menggunakan *Maximum Likelihood* kemudian dilakukan uji akurasi, hasil dari uji akurasi dapat dilihat pada tabel Matrix uji akurasi klasifikasi penutup dan penggunaan lahan.

Tabel 1. Matrix uji akurasi klasifikasi penutup dan penggunaan lahan (Hasil Pengolahan Data, 2021)

Citra	Lapangan						Jumlah	Akurasi
	Bangunan	Lahan Terbuka	Laut	Danau	Semak	V. Rapat		
Bangunan	2						2	100
Lahan Terbuka		4			1		5	80
Laut			3				3	100
Danau				2			2	100
Semak		1			5		6	83,33
Hutan						4	4	100
							22	90,9%

Berdasarkan hasil uji akurasi didapatkan bahwa klasifikasi terbimbing *Maximum Likelihood* mendapatkan akurasi sebesar 90,9%. Terdapat

kesalahan pada lahan terbuka dan semak yang mana terjadi diakibatkan kemiripan nilai pixel sehingga mengakibatkan kesalahan dalam klasifikasi.



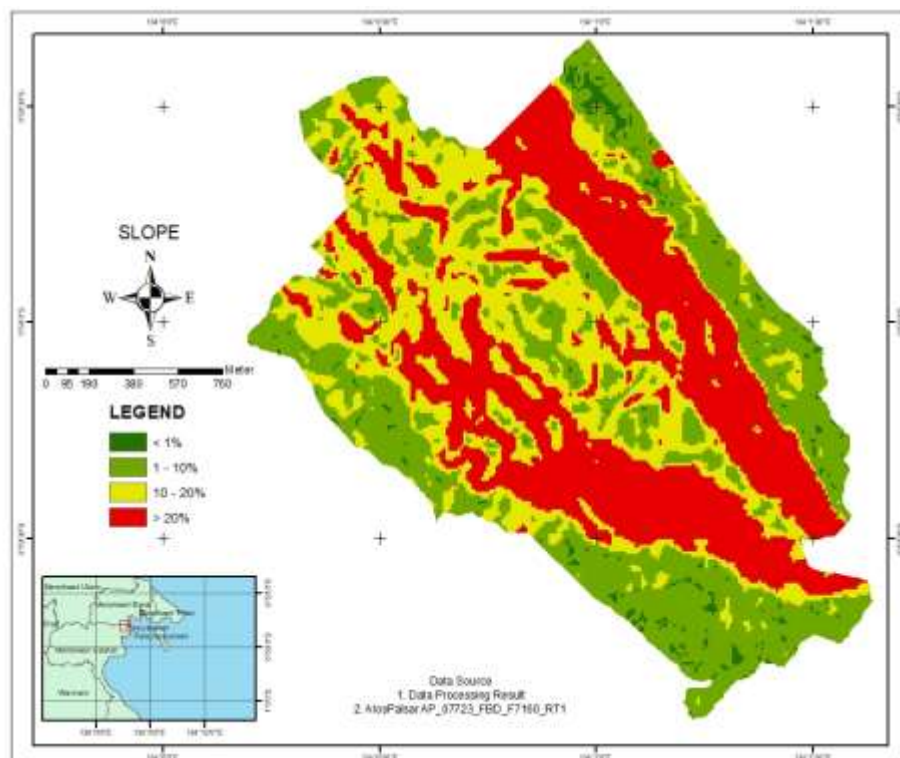
Gambar 2 Peta Penutup dan Penggunaan Lahan

**Variabel Nilai C Untuk Topografi**

Topografi pada penelitian ini menggunakan data DEM AlosPalsar dengan resolusi spasial 12,5meter. AlosPalsar digunakan karena keterbatasan pemanfaatan data lain seperti Fotogrametri. Scene yang digunakan adalah AP\_07723\_FBD\_F7160\_RT1.

Kelas kemiringan lereng yang digunakan adalah datar <1%, bergelombang (1-10%),

perbukitan (10-20%) dan pegunungan >20%, pembagian kelas ini berdasarkan Metode Hassing. Topografi pada daerah penambangan didominasi oleh pegunungan di mana kemiringan lereng berada di atas 20%, hal ini disebabkan oleh posisi lokasi penambangan berada di punggung bukit karst, namun pada sisi luar lokasi penambangan di dominasi oleh daerah bergelombang dan datar karena lokasi penambangan yang tidak terlalu jauh dari pantai.



Gambar 3 Peta Kemiringan Lereng Lokasi Penelitian

#### Variabel Nilai C Untuk Tekstur Tanah

Tekstur tanah pada penelitian ini menggunakan data peta jenis tanah yang sudah ada, peta jenis tanah dari Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dengan skala 1:50.000 telah dijelaskan secara rinci tipe dan tekstur tanah di daerah penelitian. Nilai C untuk tanah dibagi menjadi pasir dan gravel, lempung berpasir, lempung dan lanau, serta lapisan batuan.

Untuk lokasi penambangan sebagian telah dibuka lapisan tanah penutupnya sehingga tidak semua data dari data yang sudah ada langsung digunakan namun dilakukan digitasi dari data citra planet scope berdasarkan hasil dari klasifikasi *Maximum Likelihood*. Pada lokasi daerah penambangan didominasi oleh lapisan batuan yang disebabkan oleh proses penambangan. Jenis tanah pada daerah penambangan adalah tanah kambisol litik, dengan ketebalan tanah dangkal, serta berdrainase baik. Tekstur tanah di lokasi penambangan bertekstur halus dengan batuan induk adalah *karst*.

#### Batas Daerah Tangkapan Hujan

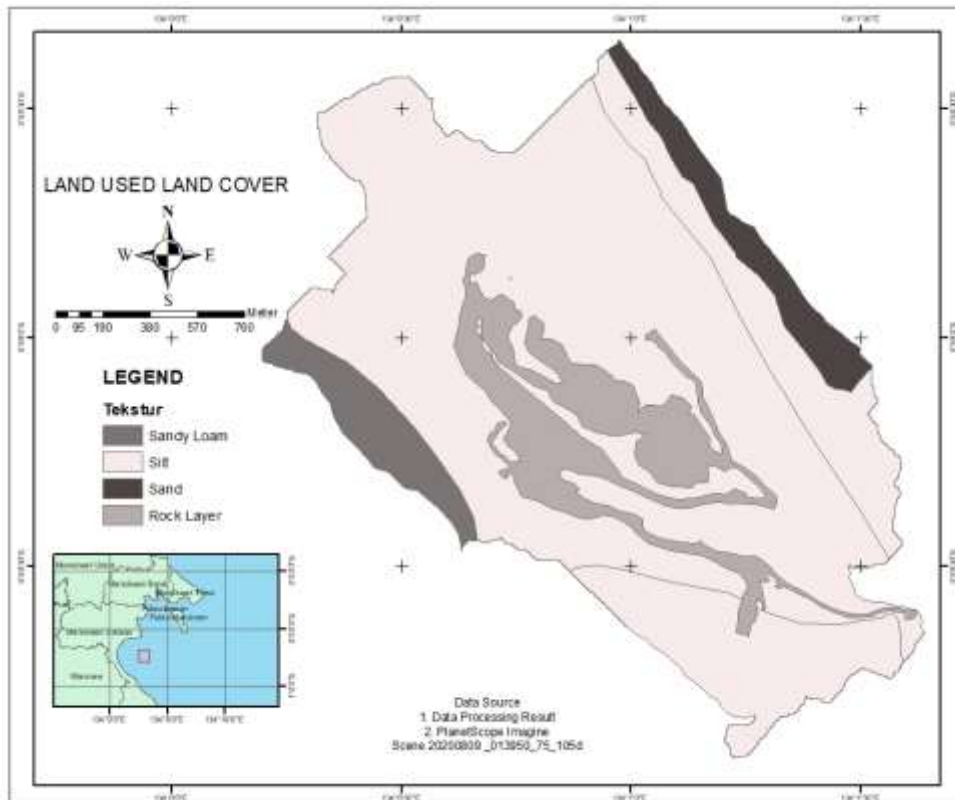
Batas daerah tangkapan hujan (DTH) atau sering disebut *catchment area* merupakan wilayah daratan yang berfungsi menampung, mengalirkan dan menyimpan air hujan. Batas DTH dapat dilakukan dengan memanfaatkan Software Aquevo Watershed Modelling System, pemilihan software ini

dikarenakan pemilihan titik outlet dari DTH dapat dipilih secara manual.

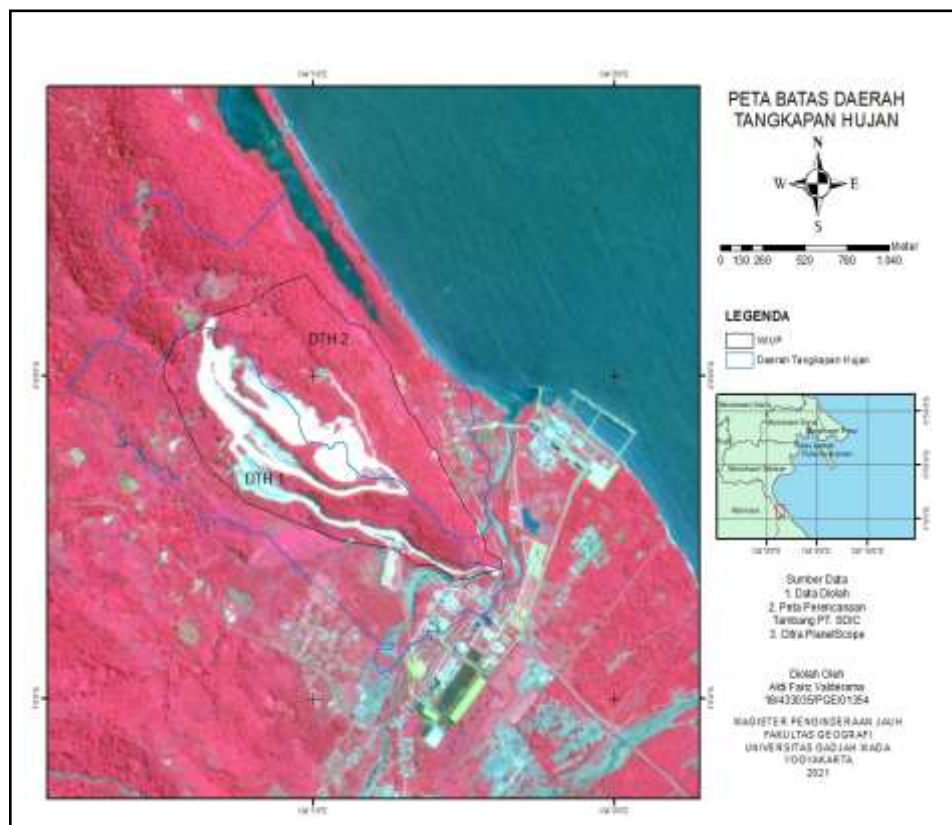
Hasil dari pengolahan dengan software ini didapatkan dua daerah tangkapan hujan, hal ini disebabkan oleh lokasi yang berada tepat diatas bukit sehingga DTH terbagi berdasarkan punggung bukit. Luasan yang didapatkan dari software WMS 11.0 pada DTH 1 didapatkan hasil seluas 1,44 km<sup>2</sup>, dan hasil luasan yang didapatkan pada DTH 2 adalah sebesar 1,9 km<sup>2</sup>. DTH tetap dilakukan pada dua lokasi hal ini dimaksudkan agar pada saat penambangan telah dilakukan pada lokasi DTH 2 maka perhitungan koefisien limpasan sudah dapat dilakukan.

#### Perhitungan Nilai Koefisien Limpasan (C) Menggunakan Metode Hassing

Perhitungan nilai koefisien limpasan dengan metode Hassing dilakukan dengan menggabungkan parameter C vegetasi, C tanah dan C kemiringan lereng yang telah dilakukan perhitungan rerata tertimbang masing-masing nilai C yang telah didapatkan dari hasil proses GIS. Perhitungan dilakukan pada dua daerah tangkapan hujan yang mana hal ini berdasarkan hasil dari pengolahan perangkat lunak WMS 11.0. Nilai koefisien limpasan. Dengan demikian hasil perhitungan nilai koefisien limpasan dengan metode *Hassing* memiliki hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 2 untuk DTH 1.



Gambar 4 Peta Tekstur Tanah



Gambar 5 Peta Batas Wilayah Tangkapan Hujan

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nilai Koefisien Limpasan DTH 1 Metode Hassing (Hasil Pengolahan Data, 2021)

No	Topografi	Area		C	C Total	C = Ct + Cs + Cv
		ha	%			
1	Datar (< 1)	3,447	2,389	0,030		
2	Bergelombang (1 - 10)	46,239	32,050	0,080	0,169	
3	Perbukitan (10 - 20)	39,994	27,722	0,160		
4	Pegunungan (> 20)	54,589	37,838	0,260		
Total		144,269	100,000	0,530		

No	Tanah	Luas		C	C Total	C = Ct + Cs + Cv
		ha	%			
1	Pasir dan Krikil	0,000	0,000	0,040		
2	Lempung Berpasir	18,739	12,989	0,080	0,173	0,51
3	Lempung dan Lanau	91,969	63,748	0,160		
4	Lapisan Batuan	33,561	23,263	0,260		
Total		144,269	100,000	0,540		

No	Vegetasi	Luas		C	C Total
		ha	%		
1	Hutan	53,231	36,897	0,040	
2	Pertanian	0,000	0,000	0,110	0,164
3	Rerumputan	56,991	39,503	0,210	
4	Tanpa Tanaman	34,047	23,600	0,280	
Total		144,269	100,000	0,640	

Berdasarkan data pada tabel 2 didapatkan koefisien permukaan pada DTH 1 lokasi penambangan PT. SDIC Papua Cement sebesar 0,506. Daerah topografi pada daerah penelitian didominasi oleh pegunungan dengan 38% dengan luasan sebesar 54,598 ha. Untuk tekstur tanah didapatkan hasil dimana lokasi penelitian didominasi oleh lempung dan lanau sebesar 64% dan memiliki luasan sebesar 91,969 ha. Dan vegetasi yang didominasi oleh Rerumputan sebesar 40% dan memiliki luas 56,991 ha. Nilai koefisien ini sangat dipengaruhi oleh tingginya nilai untuk topografi dan mayoritas tanah pada daerah ini memiliki tekstur yang cepat jenuh sehingga hampir separuh dari air hujan yang turun akan menjadi air limpasan. Nilai koefisien dapat ditekan karena pada lokasi penambangan masih memiliki sekitar 52% hutan dan 30% daerah rerumputan dan hanya sedikit lahan terbuka atau tanpa tanaman. Perhitungan koefisien hanya dilakukan pada DTH 1 dimana jalan tambang hanya berada pada DTH 1.

#### Perhitungan Nilai Debit Puncak (Qmax)

Nilai Qmax dihitung dengan metode rasional, dimana data yang digunakan adalah data koefisien limpasan yang didapatkan dengan metode Hassing dengan memanfaatkan GIS dan data penginderaan jauh. Selain data koefisien limpasan ada pula data intensitas curah hujan yang didapatkan dengan menggunakan data curah hujan dari BMKG serta data DEM AlosPalsar dengan memanfaatkan GIS

untuk proses pengambilan data variable yang digunakan. Variable luasan area diambil dari data DEM AlosPalsar dan dengan memanfaatkan GIS.

Curah hujan dapat diukur berdasarkan waktu konsentrasi dan curah hujan yang terjadi berdasarkan data curah hujan harian puncak yang terjadi pada musim penghujan pada daerah kajian. Intensitas curah hujan dapat dihitung menggunakan formula monobone (suyono Sosrodarsono, 1983) dengan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{p}{24} \times \frac{(24)^{2/3}}{t}$$

Di mana I adalah intensitas curah hujan, P adalah hujan harian dan t adalah periode hujan yang mana besarnya sama dengan waktu konsentrasi Tc jam.

Dengan menggunakan rumus Monobe berdasarkan data curah hujan harian selama 5 tahun terakhir curah hujan tertinggi ada pada tanggal 2 Maret 2020 dengan intensitas curah hujan sebesar 189,6 mm (Data Stasiun Meteorologi Rendani).

Data ini digunakan untuk melakukan perhitungan intensitas curah hujan, sehingga perhitungan dapat dilakukan sebagai berikut:

$$I = \frac{189,6}{24} \times \frac{(24)^{2/3}}{44,60/60}$$

$$I = 1,47 \text{ mm/jam}$$

Hasil perhitungan nilai intensitas curah hujan kemudian digunakan untuk menghitung  $Q_{max}$  pada DTH 1 dimana perhitungan dapat dilakukan sebagai berikut:

$$Q_{max} = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$Q_{max} = 0,278 \times 0,51 \times 1,47 \times 1,44 \text{ km}^2$$

$$Q_{max} = 0,30 \text{ m}^3/\text{det}$$

**Perhitungan Desain Drainase Terbuka dengan Tipe Trapesium**

Perhitungan desain drainase terbuka yang akan dilakukan pada lokasi penambangan menggunakan beberapa tetapan yang digunakan untuk mempermudah perhitungan, perhitungan ini juga mengacu pada Petunjuk desain drainase permukaan jalan No. 008/T/BNKT/1990, BINA MARGA. Metode ini digunakan agar tidak dilakukan *trial and error*. Metode ini tidak menggunakan *trial and error* karena beberapa variabel yang digunakan mengacu pada tetapan yang telah ada. Tetapan yang dimaksudkan adalah untuk variabel tinggi jagaan untuk saluran tanah, kemiringan dinding saluran untuk berbagai bahan serta kecepatan aliran yang diizinkan untuk material tertentu. Perhitungan dapat dikerjakan dengan cara seperti berikut:

$$b + 2my = 2y \sqrt{1 + m^2}$$

$$b + 2(1)y = 2y \sqrt{1 + 1^2}$$

$$b + 2y = 2y \sqrt{2}$$

$$b = 2y \sqrt{2} - 2y$$

$$b = 0,828 y$$

Pada perhitungan di atas nilai M diambil berdasarkan nilai kemiringan dinding saluran untuk berbagai bahan (Tabel 3), dikarenakan pada daerah penambangan berbatu dasar batuan *karst* maka dipilih bahan tanah berlapis batu dengan nilai kemiringan 1:1. Hasil perhitungan dengan persamaan pertama kemudian dilakukan perhitungan.

Tabel 3. Kemiringan dinding saluran untuk berbagai bahan (Triatmojo B., 1993)

No	Bahan	Kemiringan
1	Batu	Hampir tegak lurus
2	Tanah Gambut, Rawa	¼ : 1
3	Tanah Berlapis Beton	½ : 1 Sampai 1 : 1
4	Tanah Berlapis Batu	1 : 1
5	Lempung Kaku	1 ½ : 1
6	Tanah Berlapis Lepas	2 : 1
7	Lempung Berpasir	3 : 1

Selanjutnya untuk mengetahui lebar bawah saluran (b), dan tinggi permukaan air (y) perhitungan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$(b + my) y = A$$

$$(b + my) y = Q_{max}/V$$

$$(0,828y + 1y) y = 0,30/0,75$$

$$1,828y^2 = 0,4$$

$$y = \sqrt{\frac{0,40}{1,828}}$$

$$y = 0,47 \text{ meter}$$

$$b = 0,828 y$$

$$b = 0,828 (0,47)$$

$$b = 0,39 \text{ meter}$$

Berdasarkan perhitungan V merupakan kecepatan aliran yang diizinkan, kecepatan aliran dipilih 0,75 dikarenakan pada daerah penambangan terdiri dari material lempung kokoh serta batu, sehingga diambil 0,75 m/det agar dapat mewakili kedua jenis material (Berdasarkan tabel 4 kecepatan aliran air yang diizinkan berdasarkan jenis material).

Tabel 4. Kecepatan aliran air yang diizinkan berdasarkan jenis material (Petunjuk desain drainase permukaan jalan No. 008/T/BNKT/1990, BINA MARGA)

No	Jenis Bahan	Kecepatan aliran air yang diizinkan (m/detik)
1	Pasir Halus	0,45
2	Lempung Kepasiran	0,50
3	Lanau Aluvial	0,60
4	Kerikil Halus	0,75
5	Lempung kokoh	0,75
6	Lempung padat	1,10
7	Kerikil kasar	1,20
8	Batu-batu besar	1,50
9	Pasangan batu	1,50
10	Beton	1,50
11	Beton bertulang	1,50

Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai y atau tinggi permukaan air sebesar 0,47 meter dan lebar bawah 0,39 meter. Dengan demikian dapat dilakukan perhitungan untuk mencari lebar permukaan air (Ta) dan lebar atas saluran (Ts). Tinggi permukaan air dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$T_a = b + 2my$$

$$T_a = 0,39 + 2(1) (0,47)$$

$$T_a = 1,33 \text{ meter}$$

Nilai Ta atau lebar permukaan air didapatkan nilai 1,33 meter, perhitungan untuk nilai lebar atas

saluran (Ts) menggunakan persamaan yang sama, hanya saja pada persamaan untuk Ts ditambahkan tinggi jagaan dalam proses perhitungannya, lebar atas saluran dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$T_s = b + 2my + T_j$$

$$T_s = 0,39 + 2(1)(0,47) + 0,4$$

$$T_s = 1,72 \text{ meter}$$

Tinggi total drainase dapat dihitung dengan cara menambah tinggi permukaan air dengan tinggi jagaan, fungsi tinggi jagaan adalah agar tidak melubernya air dari dalam saluran drainase. Tinggi jagaan diambil berdasarkan data debit aliran yang diizinkan, dapat dilihat pada tabel 5 tinggi jagaan minimum untuk saluran drainase. Untuk menghitung tinggi total (Tt) dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$T_t = y + T_j$$

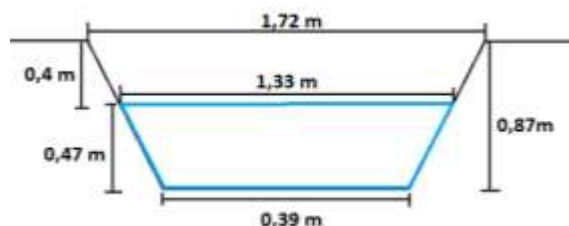
$$T_t = 0,47 + 0,4$$

$$T_t = 0,87 \text{ meter}$$

Tabel 5. Tinggi jagaan minimum untuk saluran drainase (Triatmojo B., 1993)

No	Debit Aliran (m <sup>3</sup> /dt)	Tinggi Jagaan (m)
1	< 0,5	0,40
2	0,5 – 1,5	0,50
3	1,5 – 5	0,60
4	5,0 - 10	0,75
5	10 - 15	0,80
6	>15	1

Hasil dari perhitungan keseluruhan drainase dapat didesain di mana lebar dasar drainase (b) sebesar 0,39 meter, tinggi permukaan dari dasar saluran (y) sebesar 0,47 meter, tinggi total drainase (Tt) sebesar 0,88 meter, lebar atas permukaan air (Ta) didapatkan hasil sebesar 1,35 meter dan lebar atas saluran drainase (Ts) didapatkan hasil sebesar 1,72 meter. Dari hasil ini drainase akan memiliki dimensi seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Dimensi drainase terbuka

### Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah diolah dapat disimpulkan, bahwa pada DTH 1 maupun DTH 2 memiliki nilai koefisien limpasan yang tidak terlalu

tinggi, meskipun daerah tersebut memiliki tingkat kecuraman topografi yang tergolong tinggi dan memiliki tekstur tanah yang karakteristiknya cepat jenuh. Hal ini disebabkan oleh tingginya persentase nilai koefisien vegetasi pada lokasi tersebut yang cukup rendah menyebabkan nilai koefisiennya tidak terlalu tinggi.

Nilai koefisien limpasan yang didapatkan pada DTH 1 sebesar 0,51 di mana nilai koefisien dibagi menjadi nilai untuk topografi sebesar 0,169, nilai koefisien untuk tekstur tanah sebesar 0,173 dan nilai koefisien untuk vegetasi sebesar 0,164. Intensitas curah hujan yang dihitung menggunakan metode *Monobe*, mendapatkan hasil sebesar 1,47 mm/jam dan nilai debit limpasan maksimal sebesar 0,3 m<sup>3</sup>/detik.

Berdasarkan perhitungan, drainase didesain dengan lebar dasar drainase (b) sebesar 0,39 meter, tinggi permukaan dari dasar saluran (y) sebesar 0,47 meter, tinggi total drainase (Tt) sebesar 0,87 meter, lebar atas permukaan air (Ta) didapatkan hasil sebesar 1,33 meter dan lebar atas saluran drainase (Ts) didapatkan hasil sebesar 1,72 meter.

### Daftar Pustaka

- Adzicky Samaawa, (2014), Estimasi Debit Puncak Berdasarkan Beberapa Metode Penentuan Koefisien Limpasan Di Sub DAS Kedung Gong, Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada, 2014.
- Alif Noor Anna, (2014), Analisis Potensi Limpasan Permukaan Menggunakan Metode Cooks di DAS Penyangga Kota Surakarta untuk Pencegahan Banjir Luapan Sungai Bengawan Solo. Prosiding Seminar Nasional 2014.
- C.H Tan, (tt), Remote Sensing and Geographic Information System In Runoff Coefficient Estimation In China Taipei, Agricultural Engineering Research Center 196-1, ChungYuan Rd., Chung-Li, 320, China Taipei.
- Darshan Mali, (2017), Estimation of Storm Runoff Quantity Using Rational Method and SWMM. ISSN (Online): 2347 - 2812, Volume-5, Issue - 2, 2017.
- Dian Kurnia, (2018), Evaluasi kondisi actual dan perencanaan system penyaliran tambang emas di pit durian, site bakan PT. J resources bolaang mongondow, kecamatan lolayan, kotamobagu, Sulawesi utara. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
- Direktorat Jenderal Bina marga, Bina Program Jalan, Dokumen Rujukan RD 3.1.2., (1989), Pedoman untuk Pengumpulan Rutin Data Untuk Disain.
- Departemen Pekerjaan Umum, (2005), Modul RDE-07: Dasar-Dasar Perencanaan Drainase Jalan.
- Edy Sriyono, (2012), Analisis Debit Banjir Rancangan Rehabilitasi Situ Sidomukti, Jurnal Teknik Vol. 2 No. 2.

- J. Bhaskar, (2014), Estimation of Surface Run-off for Urban Area Using Integrated Remote Sensing and GIS Approach. *Jordan Journal of Civil Engineering*, Volume 8, No. 1.
- Khristian Enggar, (2020), Dampak Penambangan Batu Gamping Terhadap Cadangan Air Tanah (Studi Kasus: Penambangan Batu Gamping, Maruni, Manokwari, Papua Barat). *Jurnal ISTECH*, 2020.
- Math Vojtek, (2016), GIS Based Approach to Estimated Surface Runoff in Small Catchments: A case Study, Department of Geography and Regional Development, Constantine the Philosopher University in Nitra, Slovakia.
- Parwati sofian dkk, (2014), Estimasi limpasan permukaan untuk mendukung peringatan dini bahaya banjir di wilayah jabodetabek, *Peneliti Bidang Lingkungan dan Mitigasi Bencana Alam*, Lapan.
- Rizkalia, Atika, (2015), Aplikasi Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Untuk Estimasi Debit Puncak Kaitannya Dengan Banjir Di Das Bogowonto. *Jurnal Bumi Indonesia*, Volume 4, Nomor 2.
- Sudaryatno, (2002), Estimasi Debit Puncak Di Daerah Miran Sungai Garang Semarang Dengan Menggunakan Teknologi Inderaja Dan Sistem Informasi Geografis. *Majalah Geografi Indonesia* 2002, XVI (2).
- Tumpol Richardo Girsang, (2017), Perencanaan Teknis Sistem Penyaliran Tambang Terbuka Di Pt. Bara Anugrah Sejahtera Lokasi Pulau Panggung Muara Enim Sumatera Selatan. *Jurnal Pertambangan* Volume 1 Nomor 2.
- Yulianti Eka Putri, (2014), Analisa Penyaliran Air Tambang Batu Kapur PT. Semen Baturaja (Persero) Di Pabrik Baturaja. *Jurnal Desiminasi Teknologi Fakultas Teknik*, volume 2 No. 1.